

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 28 929.8

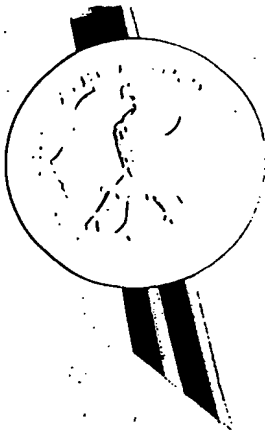
**Anmeldetag:** 28. Juni 2002

**Anmelder/Inhaber:** Endress + Hauser Conducta Gesellschaft für  
Mess- und Regeltechnik mbH + Co. KG,  
70839 Gerlingen/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur photometrischen Messung  
des Gehalts einer chemischen Substanz  
in einer Messlösung

**IPC:** G 01 N 21/25

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.



München, den 19. Mai 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

**Vorrichtung zur photometrischen Messung des Gehalts einer  
chemischen Substanz in einer Meßlösung**

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur photometrischen Messung des Gehalts einer chemischen Substanz in einer Meßlösung. Bevorzugt wird mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung der Nitratgehalt in einer wässrigen Lösung oder in einer Suspension bestimmt. Die Erfindung ist jedoch auch für die photometrische Messung von in Wasser gelösten organischen Substanzen bestens geeignet. Prinzipiell kann die Erfindung zur Detektion jeder beliebigen gelösten Substanz verwendet werden, die sich über ein photometrisches Meßverfahren nachweisen läßt.

15 Bekannte Online-Systeme zur Nitratmessung oder zur Messung des Gehalts an organischen Substanzen werden von der Anmelderin unter der Bezeichnung STAMOSENS angeboten und vertrieben. Die Erfindung bildet insbesondere den bekannten Stand der Technik weiter.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung vorzuschlagen, die in hohem Maße zuverlässige Meßwerte liefert.

Die Aufgabe wird durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung gelöst, welche die folgenden Komponenten aufweist: eine Lampe, die elektromagnetische Strahlung in einem vorgegebenen Wellenlängenbereich emittiert; eine erste Empfangseinheit in einem Meßzweig, welche die durch die Meßlösung transmittierte Strahlung bei einer ersten Wellenlänge empfängt; eine zweite Empfangseinheit in einem Referenzzweig, welche die durch die Meßlösung transmittierte Strahlung bei einer zweiten Wellenlänge empfängt; eine Regel-/Auswerteeinheit, die je nach den am Meßort vorliegenden Gegebenheiten entweder die über den Meßzweig oder die über den Referenzzweig bestimmten Intensitätswerte heranzieht, um die Intensität der von der Lampe emittierten Strahlung derart zu regeln, daß die zur Verfügung gestellten Meßwerte in hohem Maße plausibel sind. Neben der verbesserten Reproduzierbarkeit der ermittelten Meßwerte, gelingt mit der Erfindung darüber hinaus eine Meßbereichserweiterung. Insbesondere läßt sich der

Meßbereich gegenüber den bekannten Lösungen verdoppeln. Weiterhin wird z. B. bei einer Nitratmessung der Einfluß von Störgrößen, insbesondere von organischen Substanzen, erheblich reduziert.

5 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung handelt es sich bei beiden Empfangseinheit um UV-Detektoren sind. Im Fall einer Nitratmessung arbeitet der im Meßzweig positionierte UV-Detektor bevorzugt bei 214 nm – also in der Nähe des Absorptionsmaximums von in  
10 Wasser gelöstem Nitrat -, während der im Referenzzweig angeordnete UV-Detektor bevorzugt bei 254 nm arbeitet. Letztere Wellenlänge entspricht der aus DIN 38404 bekannten SAK-Messung.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, daß die Regel-/Auswerteeinheit die Intensität der Lampe derart regelt,  
15 daß zumindest einer der beiden im Meßzweig oder im Referenzzweig gemessenen Intensitätswerte innerhalb des zulässigen Meßbereichs der jeweiligen Empfangseinheit liegt.

Als besonders günstig wird die Ausgestaltung angesehen, wonach im Falle  
20 eines hohen Gehalts der Substanz in der Meßlösung die Regel-/Auswerteeinheit die im Referenzzweig ermittelten Intensitätswerte zur Regelung der Intensität der Lampe heranzieht, während im Falle eines niedrigen Gehalts der Substanz in der Meßlösung die Regel-/Auswerteeinheit die im Meßzweig ermittelten Intensitätswerte zur Regelung der Intensität der Lampe heranzieht.  
25 Durch diese Ausgestaltung wird eine Meßbereichsverdopplung erreicht.

Nachfolgend prüft die Regel-/Auswerteeinheit in einem weiteren Verfahrensschritt prüft, ob wenigstens einer der beiden Intensitätswerte – also der im Referenzzweig oder im Meßzweig gemessene Intensitätswert – zumindest so  
30 groß ist wie ein vorgegebener maximaler Intensitätswert.

Danach prüft die Regel-/Auswerteeinheit, ob der im Referenzzweig gemessene Intensitätswert größer ist als der vorgegebene maximale Intensitätswert. Für den Fall, daß der im Referenzzweig gemessene  
35 Intensitätswert größer ist als der vorgegebene maximale Intensitätswert, regelt die Regel-/Auswerteeinheit die Intensität der Lampe in vorgegebenen

Schritten sukzessive solange herunter, bis der im Referenzzweig gemessene Intensitätswert kleiner ist als vorgegebene maximale Intensitätswert.

5 Für den Fall, daß weder der im Referenzzweig noch der im Meßzweig  
gemessene Intensitätswert mindestens so groß ist wie der vorgegebene  
maximale Intensitätswert erhöht die Regel-/Auswerteeinheit die Intensität der  
Lampe um einen vorgegebenen Betrag. Nachfolgend prüft die Regel-  
/Auswerteeinheit, ob der im Referenzzweig gemessene Intensitätswert größer  
10 ist als der vorgegebene maximale Intensitätswert. Für den Fall, daß der im  
Referenzzweig gemessene Intensitätswert größer ist als der vorgegebene  
maximale Intensitätswert, wird die Intensität der Lampe in vorgegebenen  
Schritten sukzessive solange herabsetzt, bis der im Referenzzweig  
gemessene Intensitätswert kleiner ist als vorgegebene maximale Intensitäts-  
wert.

15

Bevorzugt handelt es sich bei der Lampe um eine Blitzlampe, insbesondere  
um eine Xenon- oder Deuterium-Blitzlampe.

Als Energiespeicher zur Versorgung der Lampe mit einer vorbestimmten  
Energie ist bevorzugt ein erster Kondensator vorgesehen, über den die Regel-  
20 /Auswerteeinheit die Intensität der Lampe regelt/steuert. Zwecks Erhöhung  
der Intensität der Lampe wird dem ersten Kondensator bevorzugt ein zweiter  
Kondensator zugeschaltet.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung  
ist die Möglichkeit vorgesehen, daß die Regelung der Intensität der Lampe  
deaktiviert werden kann. Darüber hinaus sieht eine bevorzugte Ausgestaltung  
der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor, daß die Regel-/Auswerteeinheit  
einen Meßwert für den Gehalt der Substanz in der Meßlösung bereitstellt, der  
sich anhand der in dem Meßzweig und dem Referenzzweig gemessenen  
30 Intensitätswerte ergibt. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang  
vorgesehen, daß die Regel-/Auswerteeinheit einen ermittelten Meßwert einer  
Plausibilitätskontrolle unterzieht, indem sie die im Meßzweig und im  
Referenzzweig ermittelten Intensitätswerte auf vorgegebene Bedingungen hin  
überprüft; anschließend ordnet die Regel-/Auswerteeinheit einem ermittelten  
35 Meßwert eine infolge der Plausibilitätskontrolle aufgefundene Störgröße zu.  
Meßwert und gegebenenfalls die aufgefundene Störgröße werden auf einem

Display zur Anzeige gebracht. Hierdurch erhält das Bedienpersonal die Gelegenheit, geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

5 Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung schlägt vor, daß die Regel-/Auswerteeinheit einen Meßwert anhand einer Vielzahl einzelner Meßwerte statistisch ermittelt. Hierdurch lassen sich die bekannten Vorteile erzielen, daß kurzfristige Schwankungen keinen Einfluß auf den ausgegebenen Meßwert und gegebenenfalls die zugeordnete Störgröße haben.

10

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

15 Fig. 1: eine schematische Darstellung einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2: ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

20

Fig. 3: ein Flußdiagramm zur Ansteuerung der Regel-/Auswerteeinheit, die in Fig. 2 gezeigt ist,

25 Fig. 3a: ein Flußdiagramm zur Plausibilitätskontrolle 106, die in Fig. 3 mit A gekennzeichnet ist,

Fig. 3b: ein Flußdiagramm zu dem mit B gekennzeichneten Teil aus Fig. 3 und

Fig. 3c: ein Flußdiagramm zu dem mit C gekennzeichneten Teil aus Fig. 3b.

30

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Sonde 11. Im folgenden wird explizit auf eine Nitratsonde Bezug genommen. Es versteht sich jedoch von selbst, daß die erfindungsgemäße Sonde zu 11 für alle Substanzen geeignet ist, deren Gehalt in einer wässrigen Lösung oder in einer Suspension durch eine photometrische Messung bestimmbar ist. Bei den

35

oben angesprochenen Substanzen handelt es sich beispielsweise um organische Substanzen.

5 Sonden, die eine On-Line Messung von Nitrat oder von organischen Substanzen ermöglichen, werden von der Anmelderin übrigens unter der Bezeichnung STAMOSENS in verschiedenen Ausgestaltungen angeboten und vertrieben.

Das Meßprinzip einer Nitratsonde 11 basiert darauf, daß Nitrat im UV-Bereich einen ausgeprägten Absorptionspeak aufweist. Die Amplitude des  
10 Absorptionspeaks ist abhängig von dem Nitratgehalt der Meßlösung. Zur Bestimmung des Nitratgehalts taucht die Nitratsonde 11 in die wässrige Lösung bzw. in den Schlamm ein. Die Meßlösung befindet sich dann in dem Meßkanal bzw. in der Meßküvette 4. Über eine breitbandige Lichtquelle – beispielsweise eine Xenon- oder eine Deuterium-Blitzlampe wird die  
15 Meßlösung von planparallelem Licht durchstrahlt. Das von der Blitzlampe 1 emittierte Licht liegt bevorzugt in einem Wellenlängenbereich von ca. 180 – 2000 nm. Die Ausrichtung in paralleles Licht erfolgt über den Kondensor 2; die Umlenkung des Lichts vom dem Kondensor 2 zur senkrecht dazu angeordneten Meßküvette 4 erfolgt über den Umlenkspiegel 3.

20 Bei Durchgang durch die Meßlösung wird das Licht in entsprechenden Wellenlängenbereichen geschwächt. Das Transmissionslicht wird von dem Strahlteiler 5 in zwei zueinander senkrecht stehende Lichtzweige aufgesplittet, in den Meßzweig und in den Referenzzweig. Der Strahlteiler 5 besteht bevorzugt aus Quarzglas. Der Vorteil bei der Verwendung eines Strahlteilers 5 besteht darin, daß sich punktuelle Verschmutzungen kompensieren lassen und somit keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit der Nitratsonde 11 haben. Das Meßlicht in dem Meßzweig wird von dem Empfänger 6 detektiert, das Referenzlicht in dem Referenzzweig trifft auf den Empfänger 7. Der  
30 Empfänger 6 detektiert das Meßlicht bei 214 nm, also in der Nähe der Wellenlänge, bei der in Wasser gelöstes Nitrat sein Absorptionsmaximum aufweist. Das Referenzlicht wird gleichfalls UV- Bereich gemessen. Bevorzugt liegt die Wellenlänge bei 254 nm, also nahe bei der Wellenlänge des Meßlichts. Durch die Auswertung der gemessenen Intensitäten bzw. durch die  
35 Auswertung der die Intensitäten repräsentierenden Spannungswerte im Meßzweig und im Referenzzweig lassen sich Störgrößen, die beide

Messungen gleichermaßen beeinflussen, effektiv aus-schalten. Bei diesen Störgrößen handelt es sich beispielsweise um Schwankungen der Konzentrationen von Sulfat, Chlorid, Trübungen und organische Substanzen in der Meßlösung.

5

Die Auswertung der mittels der Empfänger 6, 7 bestimmten Intensitätswerte und die Berechnung des in der wässrigen Lösung vorhandenen Nitratgehalts erfolgt über die Regel-/Auswerteeinheit 8.

10

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild einer bevorzugten Ausgestaltung eines Systems zur Online-Nitratmessung zu sehen. Das in Fig. 2 dargestellte System ist bestens dazu geeignet, die Intensität der Blitze, die von der Blitzlampe 1 ausgesendet werden, auf die am Meßort herrschenden Bedingungen abzustimmen.

15

Das System zur Online-Nitratmessung besteht aus der Nitratsonde 11 und dem Transmitter bzw. dem Meßumformer 10. Die Nitratsonde 11 umfaßt eine Blitzlampe 1 mit zugehöriger Optik, den Meßkanal (bzw. die Meßküvette 4), die Empfänger 6, 7 und die zugehörige Optik, das Hochspannungsnetzteil 16 und die Regel-/Auswerteeinheit 8. Die von den Empfängern 6, 7 gemessenen Intensitätswerte werden an die Regel-/Auswerteeinheit 8 weitergeleitet. Wie bereits gesagt, wird erfindungsgemäß die Intensität der Blitzlampe 1 in Abhängigkeit von den Bedingungen am Meßort geregelt. Hierzu dient ein Software-Algorithmus. Eine bevorzugte Ausgestaltung des Software-Algorithmus' ist anhand der Flußdiagramme, die in den Figuren Fig. 3, Fig. 3a, Fig. 3b und Fig. 3c zu sehen sind, ausführlich beschrieben. Nach diesem Algorithmus werden die im Referenzweig und/oder im Meßweig detektierten Intensitätswerte herangezogen, um die Intensität der von der Blitzlampe 1 abgegebenen Blitze optimal auf die am Meßort herrschenden Bedingungen abzustimmen. Hierdurch läßt sich eine optimierte Anpassung des Meßsystems an die Meßaufgabe erreichen; selbst große Störgrößen lassen sich noch kompensieren. Weiterhin läßt sich eine reproduzierbare Messung bei Verwendung zur eines Meßzweigs und eines Referenzzweiges erzielen.

30

35

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel werden die von der Sonde 11 gelieferten Meßwerte in dem Transmitter 10 statistisch ausgewertet und über

ein Display 17 dem Bedienpersonal angezeigt. Desweiteren werden dem Bedienpersonal Daten zur Verfügung gestellt, die Auskunft über die Verlässlichkeit bzw. die Plausibilität der Meßwerte geben. Darüber hinaus weist der Transmitter 10 eine Eingabeeinheit 18 auf. Ein im Zusammenhang mit der Erfindung bevorzugt verwendeter Transmitter / Meßumformer 10 wird von der Anmelderin unter der Bezeichnung STAMOSENS CNM 750 angeboten und vertrieben.

Die in den Figuren Fig. 3, Fig. 3a, Fig.3b und Fig. 3c dargestellten Flußdiagramme beschreiben eine bevorzugte Ausgestaltung des Software-Algorithmus', über den die Regel-/Auswerteeinheit 8 die Lampenintensität steuert. Der Meßbereich der Nitratsonde 11 ist durch zwei von den jeweiligen Empfängern 6, 7 und der Schaltungsanordnung abhängigen Grenz-Meßwerten eingeschränkt: Übersteigen die Intensitätswerte einen maximal zulässigen Intensitätswert  $I_{\max}$ , so wird der Empfänger 6, 7 übersteuert; liegt der gemessene Intensitätswert unterhalb eines minimalen Intensitätswertes  $I_{\min}$ , so verschwindet der Meßwert im Rauschen. Bei den bekannten Lösungen wird die Lampenintensität stets so geregelt, daß im Referenzzweig ein möglichst konstanter Intensitätswert detektiert wird; die Intensität im Meßzweig ändert sich dann in Abhängigkeit von dem Nitratgehalt der Meßlösung.

Erfindungsgemäß wird je nach den Gegebenheiten am Meßort zur Regelung der Intensität der Blitzlampe 1 entweder der Intensitätswert im Referenzzweig oder der Intensitätswert im Meßzweig herangezogen. Insbesondere ist bei einem hohen Nitratgehalt auch weiterhin der Intensitätswert im Referenzzweig für die Lichtregelung relevant; allerdings wird bei einem geringen Nitratgehalt der Intensitätswert im Meßzweig zur Lichtregelung bei der Blitzlampe 1 herangezogen.

Im nachfolgenden wird das in Fig. 3 gezeigte Flußdiagramm beschrieben. Der Programmstart erfolgt unter Punkt 100. Bei 101 erfolgt die Initialisierung des Mikroprozessors 12. Bevorzugt sind die Initialisierungsdaten in einem dem Mikroprozessor zugeordneten Festwertspeicher eingeschrieben. Diese Daten betreffen die Lichtregelung der Blitzlampe 1 und den Meßablauf. Insbesondere werden die Intensität  $I_1$  eines Lichtblitzes der Blitzlampe 1, die Anzahl N der für die statistische Berechnung eines Meßwerts erforderlichen Blitze B



sowie der maximale Intensitätswert  $I_{\max}$  und der minimale Intensitätswert  $I_{\min}$  der Empfänger 6, 7 vorgegeben. Bei Punkt 102 erhält der Mikroprozessor 12 die Information, ob eine Lichtregelung erfolgen soll oder nicht. Ist die Lichtregelung nicht aktiviert, so wird ein Zähler bei Programmpunkt 103 auf 1  
5 gesetzt. Anschließend werden die Programmschritte 104 bis 110 N-mal durchlaufen.

Bei Programmpunkt 104 wird von der Blitzlampe 1 ein Lichtblitz B mit der Intensität  $I_p$  ausgesendet. Die Intensität des Lichtblitzes wird bei Punkt 105 von den Empfängern 6, 7 im Referenzzweig und im Meßzweig detektiert. Bei  
10 106 wird ein Plausibilitätscheck durchgeführt (sh. Auch Kennzeichnung A in Fig. 3). Die Programmpunkte 114 bis 117, die bei dem Plausibilitätscheck 106 sukzessive durchlaufen werden, sind in der Fig. 3a gesondert dargestellt. Unter Punkt 114 wird geprüft, ob die im Meßzweig oder im Referenzzweig gemessene Intensität größer ist als der vorgegebene maximale Intensitäts-  
15 wert  $I_{\max}$ . Erfüllt entweder der Meßwert im Referenzzweig oder der Meßwert im Meßzweig diese Bedingung, so wird der entsprechende Meßwert unter den Programmpunkten 107, 108 mit dem Marker "Störgröße: Lichtintensität" versehen. Im Klartext bedeutet dies, daß die Intensität  $I_p$  des Lichtblitzes der Blitzlampe 1 – aus welchen Gründen auch immer - zu hoch ist und daß der  
20 entsprechende Meßwert damit nicht plausibel ist.

Wird der maximale Intensitätswert  $I_{\max}$  weder im Meßzweig noch im Referenzzweig überschritten, so wird bei Punkt 115 geprüft, ob der Intensitätswert im Meßzweig größer ist als der vorgegebene minimale Intensitätswert  $I_{\min}$  und ob  
25 der Intensitätswert im Referenzzweig kleiner ist als der vorgegebene minimale Intensitätswert  $I_{\min}$ . Ist diese Bedingung erfüllt, so wird der entsprechende Meßwert unter den Programmpunkten 107, 108 mit dem Marker "Störgröße: Organik" versehen, was bedeutet, daß der Gehalt an organischen Substanzen in der Meßlösung ein zulässiges Maß überschritten hat. Damit ist wiederum  
30 eine hinreichend genaue Bestimmung des Nitratgehalts in der wässrigen Lösung bzw. in der Suspension nicht mehr möglich – die Plausibilität des ermittelten Meßwertes ist damit in Frage gestellt.

Ist weder die unter Punkt 114 noch unter Punkt 115 angegebene Bedingung  
35 erfüllt, so wird unter Programmpunkt 116 überprüft, ob der Intensitätswert im Meßzweig kleiner ist als der vorgegebene minimale Intensitätswert  $I_{\min}$  und ob

der Intensitätswert im Referenzzweig größer ist als der vorgegebene minimale Intensitätswert  $I_{\min}$ . Ist diese Bedingung erfüllt, so wird der entsprechende Meßwert unter den Programmpunkten 107, 108 mit dem Marker "Störgröße: Überkonzentration" versehen, was bedeutet, daß der Gehalt an Nitrat in der wässrigen Lösung oder in der Suspension den zuverlässig meßbaren Höchstwert überschritten hat.

Konnte keine der unter den Punkten 114, 115, 116 überwachten Störgrößen erkannt werden, so wird unter Programmpunkt 117 ein Test zur Erkennung einer vierten Störgröße: Verschmutzung durchgeführt. Hierzu wird überprüft, ob der Intensitätswert im Meßzweig und der Intensitätswert im Referenzzweig kleiner sind als der vorgegebene minimale Intensitätswert  $I_{\min}$ . Ist diese Bedingung erfüllt, so wird der entsprechende Meßwert unter den Programmpunkten 107, 108 mit dem Marker "Störgröße: Verschmutzung" versehen, was dafür steht, daß die Verschmutzung in der Meßlösung eine sinnvolle Nitratmessung unmöglich macht.

Zur Generierung eines Meßwertes, der dann letztlich an der Anzeigeeinheit 17 zur Anzeige kommt, werden N-Meßwerte herangezogen und statistisch ausgewertet (Punkt 111). Werden nur eine geringe Anzahl der N-Meßwerte als nicht plausibel ausgewiesen, so wird die Prozeßgröße, sprich der Nitratgehalt berechnet und angezeigt (Punkt 112). Liegt die Anzahl der nicht-plausiblen Meßwerte über einem vorgegebenen Grenzwert, so wird gleichfalls der Meßwert errechnet (Punkt 11), allerdings wird er mit dem entsprechenden Marker versehen ausgegeben (Punkt 113). Dem Bedienpersonal ist es dann überlassen, eine geeignete Maßnahme zu ergreifen, um der Störgröße entgegenzuwirken. Bei der Störgröße: Lichtintensität könnte die Maßnahme in einem Auswechseln der Blitzlampe 1 bestehen.

Eine weitaus effektivere Kompensationsmöglichkeit besteht in der Aktivierung der erfindungsgemäßen Lampenregelung (Programmpunkt 102). Die Aktivierung kann z.B. manuell durch eine entsprechende Tastenbetätigung an der Eingabeeinheit 18 erfolgen. Die einzelnen Programmschritte sind in den Figuren Fig. 3b und Fig. 3c wiedergegeben.

- Bei Programmpunkt 118 erfolgt wiederum die Initialisierung des Mikroprozessors 12. Bei 119 wird ein Meßzyklus gestartet. Die Programmschritte 120 bis 131 werden nachfolgend N-mal in einer Schleife durchlaufen. Bei 120 sendet die Blitzlampe 1 einen Lichtblitz B mit der Intensität  $I_p$  aus.
- 5 Durchgang der Strahlung durch das Meßmedium wird die Intensität des Lichtblitzes von den Empfängern 6, 7 im Referenzzweig und im Meßzweig detektiert (Punkt 121). Unter Punkt 121 wird überprüft, ob der Intensitätswert im Referenzzweig oder ob der Intensitätswert im Meßzweig größer oder gleich ist einem vorgegebenen maximalen Intensitätswert  $I_{max1}$ . Bevorzugt ist der
- 10 Vorgabewert  $I_{max1}$  übrigens kleiner als der Vorgabewert  $I_{max}$  bei ausgeschalteter Lichtregelung. Ist die unter Punkt 121 genannte Bedingung erfüllt, so wird unter Punkt 123 überprüft, ob der Intensitätswert im Referenzzweig größer ist als  $I_{max1}$ . Ist auch diese Bedingung erfüllt, so wird die Intensität der Blitzlampe um einen vorgegebenen Betrag X verringert. Bei 125 wird ein Blitz
- 15 ausgesendet und der entsprechende Intensitätswert wird im Referenzzweig ermittelt. Die Schleife 124, 125, 126 wird solange durchlaufen, bis die unter Punkt 123 angegebene Bedingung erfüllt ist; maximal wird der Durchlauf M-mal durchgeführt.
- Sobald die unter Punkt 123 angegebene Bedingung erfüllt ist, wird bei 127 der
- 20 in Zusammenhang mit Fig. 2b detailliert beschriebene Plausibilitätscheck durchgeführt. Wiederum wird ein auf statistischen Berechnungen basierender Meßwert eventuell unter Angabe einer Störgröße ausgegeben (Punkte 128 bis 134).
- 25 Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß in der in Fig. 3b gezeigten Regelung einer Übersteuerung der 6, 7 dadurch entgegengewirkt wird, daß die Lichtintensität der Blitzlampe 1 schrittweise heruntergeregelt wird, bis der Intensitätswert im Referenzzweig einen vorgegebenen maximalen Intensitätswert  $I_{max1}$  erreicht hat. Hierdurch läßt sich eine Übersteuerung der Empfänger
- 30 6, 7 aufgrund einer zu hohen Lampenintensität in einer Vielzahl von Fällen automatisch kompensieren.
- Fällt die unter Programmpunkt 122 in Fig. 3b ermittelte Bedingung negativ aus – liegt also weder der im Referenzzweig noch im Meßzweig gemessene
- 35 Intensitätswert über dem maximalen Intensitätswert  $I_{max1}$  – so springt das Programm zu Punkt 135 in Fig. 3c. Unter Punkt 135 wird getestet, ob der

Intensitätswert im Referenzzweig oder der Intensitätswert im Meßzweig größer oder gleich ist einem vorgegebenen minimalen Intensitätswert  $I_{\min 1}$ .

Anzumerken ist, daß der bevorzugte Arbeitsbereich der Sonde zwischen dem minimalen Intensitätswert  $I_{\min 1}$  und dem maximalen Intensitätswert  $I_{\max 1}$  liegt.

5 Ist die unter Punkt 135 angegebene Bedingung erfüllt, so wird anschließend der in Fig. 3a beschriebene Plausibilitätscheck durchgeführt. Ein Meßwert für die Prozeßgröße wird - wie bereits mehrfach beschrieben - berechnet und ausgegeben.

10 Ist die unter Punkt 135 angegebene Bedingung nicht erfüllt, wird unter Punkt 143 über ein Relais ein zweiter Kondensator 15 zu dem Kondensator 14 hinzugeschaltet. Damit wird die Intensität der Lichtblitze der Blitzlampe 1 erhöht, insbesondere erfolgt in diesem Fall eine Verdopplung der Intensität der Lichtblitze. Anschließend werden die in Fig. 3b bereits beschriebenen Programmpunkte durchlaufen, d.h. falls nötig, wird die Intensität der  
15 Blitzlampe 1 sukzessive schrittweise heruntergeregelt, bis der Intensitätswert im Referenzzweig unterhalb des vorgegebenen maximalen Intensitätswertes  $I_{\max 1}$  liegt.

20 Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich mit der erfindungsgemäßen Lichtregelung der Blitzlampe immer dann hinreichend verlässliche Meßwerte ermitteln lassen, wenn wenigstens der Intensitätswert im Referenzzweig oder der Intensitätswert im Meßzweig im Arbeitsbereich der Sonde liegt. Ist der Nitratgehalt in der Meßlösung hoch, so erfolgt die Lichtregelung mittels der im Referenzzweig gemessenen Intensitätswerte; ist der Nitratgehalt in der  
25 Meßlösung gering, so sind die im Meßzweig ermittelten Intensitätswerte relevant für die Lichtregelung. Auf diese Art und Weise gelingt es, den Arbeitsbereich der erfindungsgemäßen Nitratsonde gegenüber den bekannten Lösungen zu verdoppeln.

30

**Bezugszeichenliste**

5	1	Blitzlampe
	2	Kondensor
	3	Umlenkspiegel
	4	Meßkanal / Meßküvette
	5	Strahlteiler
10	6	Erster Empfänger (MK)
	7	Zweiter Empfänger (RK)
	8	Regel-/Auswerteeinheit
15	10	Transmitter bzw. Meßumformer
	11	Sonde
	12	Mikroprozessor
	13	Spannungserzeugung
	14	Erster Kondensator
	15	Zweiter Kondensator
	16	Hochspannungsnetzteil
	17	Display
20	18	Eingabeeinheit

**Patentansprüche**

- 5      1. Vorrichtung zur photometrischen Messung des Gehalts einer chemischen Substanz in einer Meßlösung,  
mit einer Lampe (1), die elektromagnetische Strahlung in einem vorgegebenen Wellenlängenbereich emittiert,  
mit einer ersten Empfangseinheit (6) in einem Meßzweig (MK), welche die  
10      durch die Meßlösung transmittierte Strahlung bei einer ersten Wellenlänge empfängt,  
mit einer zweiten Empfangseinheit (7) in einem Referenzzweig (RK), welche die durch die Meßlösung transmittierte Strahlung bei einer zweiten Wellenlänge empfängt, und  
15      mit einer Regel-/Auswerteeinheit (8), die je nach den am Meßort vorliegenden Gegebenheiten entweder die über den Meßzweig (MK) oder die über den Referenzzweig (RK) bestimmten Intensitätswerte heranzieht, um die Intensität der von der Lampe (1) emittierten Strahlung derart zu regeln, daß die zur Verfügung gestellten Meßwerte in hohem Maße plausibel sind.  
20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
wobei die sich bei der ersten Empfangseinheit (6) und bei der zweiten Empfangseinheit (7) um UV-Detektoren handelt.
- 25      3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) die Intensität der Lampe (1) derart regelt, daß zumindest einer der beiden Intensitätswerte, der im Meßzweig (MK) oder im Referenzzweig (RK) gemessen wird, innerhalb des zulässigen Meßbereichs der jeweiligen Empfangseinheit (6; 7) liegt.  
30
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
wobei im Falle eines hohen Gehalts der Substanz in der Meßlösung die Regel-/Auswerteeinheit (8) die im Referenzzweig (RK) ermittelten Intensitätswerte zur Regelung der Intensität der Lampe (1) heranzieht, und

wobei im Falle eines niedrigen Gehalts der Substanz in der Meßlösung die Regel-/Auswerteeinheit (8) die im Meßzweig (MK) ermittelten Intensitätswerte zur Regelung der Intensität der Lampe (1) heranzieht.

5 5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) in einem ersten Verfahrensschritt prüft,  
ob einer der beiden Intensitätswerte – also der im Referenzzweig (RK) oder im  
Meßzweig (MK) gemessene Intensitätswert – zumindest so groß ist wie ein  
vorgegebener maximaler Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ ).

10

6. Vorrichtung nach Anspruch 4,  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) nachfolgend prüft, ob der im Referenz-  
zweig (RK) gemessene Intensitätswert größer ist als der vorgegebene  
maximale Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ ), und

15 wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) für den Fall, daß der im Referenzzweig  
(RK) gemessene Intensitätswert größer ist als der vorgegebene maximale  
Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ ), die Intensität der Lampe (1) in vorgegebenen Schritten  
sukzessive solange herabsetzt, bis der im Referenzzweig (RK) gemessene  
Intensitätswert kleiner ist als vorgegebene maximale Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ ).

20

7. Vorrichtung nach Anspruch 5,  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) für den Fall, daß weder der im  
Referenzzweig (RK) noch der im Meßzweig (MK) gemessene Intensitätswert  
mindestens so groß ist wie der vorgegebene maximale Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ )  
die Intensität der Lampe (2) erhöht,

25

wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) nachfolgend prüft, ob der im Referenz-  
zweig (RK) gemessene Intensitätswert größer ist als der vorgegebene  
maximale Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ ), und

30 wobei die Regel-/Auswerteeinheit für den Fall, daß der im Referenzzweig (RK)  
gemessene Intensitätswert größer ist als der vorgegebene maximale  
Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ ), die Intensität der Lampe (1) in vorgegebenen Schritten  
sukzessive solange herabsetzt, bis der im Referenzzweig (RK) gemessene  
Intensitätswert kleiner ist als vorgegebene maximale Intensitätswert ( $I_{\max 1}$ ).

35

8. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
wobei es sich bei der Lampe (1) um eine Blitzlampe, bevorzugt einen Xenon-  
Blitzlampe handelt.
- 5 9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
wobei als Energiespeicher ein erster Kondensator (14) vorgesehen ist, über  
den die Regel-/Auswerteeinheit die Intensität der Lampe (1) regelt/steuert.
- 10 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9,  
wobei ein zweiter Kondensator (15) vorgesehen ist, den die Regel-  
/Auswerteeinheit (8) zwecks Erhöhung der Intensität der Lampe (1) dem  
ersten Kondensator (14) zuschaltet.
- 15 11. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 3,  
wobei die Regelung der Intensität der Lampe (1) deaktivierbar ist, und  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) einen Meßwert für den Gehalt der  
Substanz in der Meßlösung bereitstellt, der sich anhand der in dem Meßzweig  
(MK) und dem Referenzzweig (RK) gemessenen Intensitätswerte ergibt.
- 20 12. Vorrichtung nach Anspruch 1, 3 oder 11,  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) einen ermittelten Meßwert einer  
Plausibilitätskontrolle unterzieht, indem sie die im Meßzweig (MK) und im  
Referenzzweig (RK) ermittelten Intensitätswerte auf vorgegebene  
Bedingungen hin überprüft, und
- 25 13. Vorrichtung nach Anspruch 12,  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) einem ermittelten Meßwert eine infolge  
der Plausibilitätskontrolle aufgefundene Störgröße zuordnet.
- 30 14. Vorrichtung nach Anspruch 11, 12 oder 13,  
wobei die Regel-/Auswerteeinheit (8) einen Meßwert anhand einer Vielzahl  
einzelner Meßwerte statistisch ermittelt.



### **Zusammenfassung**

5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur photometrischen Messung  
des Gehalts einer chemischen Substanz in einer Meßlösung, mit einer Lampe  
(1), die elektromagnetische Strahlung in einem vorgegebenen Wellenlängen-  
bereich emittiert, mit einer ersten Empfangseinheit (6) in einem Meßzweig  
10 (MK), welche die durch die Meßlösung transmittierte Strahlung bei einer  
ersten Wellenlänge empfängt, mit einer zweiten Empfangseinheit (7) in einem  
Referenzzweig (RK), welche die durch die Meßlösung transmittierte Strahlung  
bei einer zweiten Wellenlänge empfängt, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit  
(8), die je nach den am Meßort vorliegenden Gegebenheiten entweder die  
15 über den Meßzweig (MK) oder die über den Referenzzweig (RK) bestimmten  
Intensitätswerte heranzieht, um die Intensität der von der Lampe (1)  
emittierten Strahlung derart zu regeln, daß die zur Verfügung gestellten  
Meßwerte in hohem Maße plausibel sind.

(Fig. 2)

20

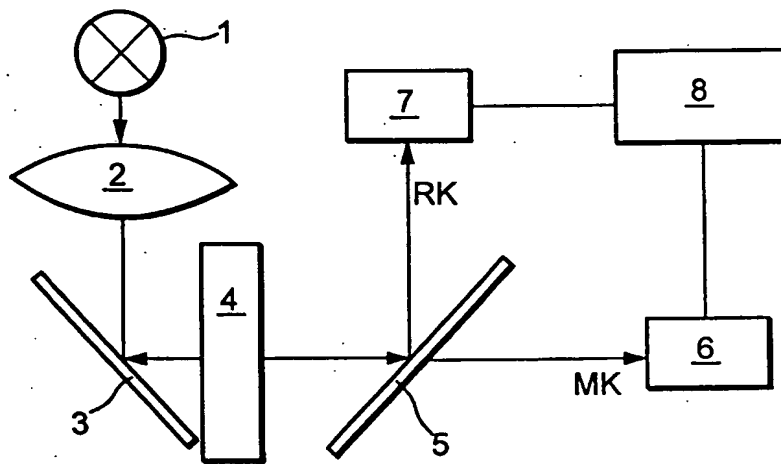


Fig. 1

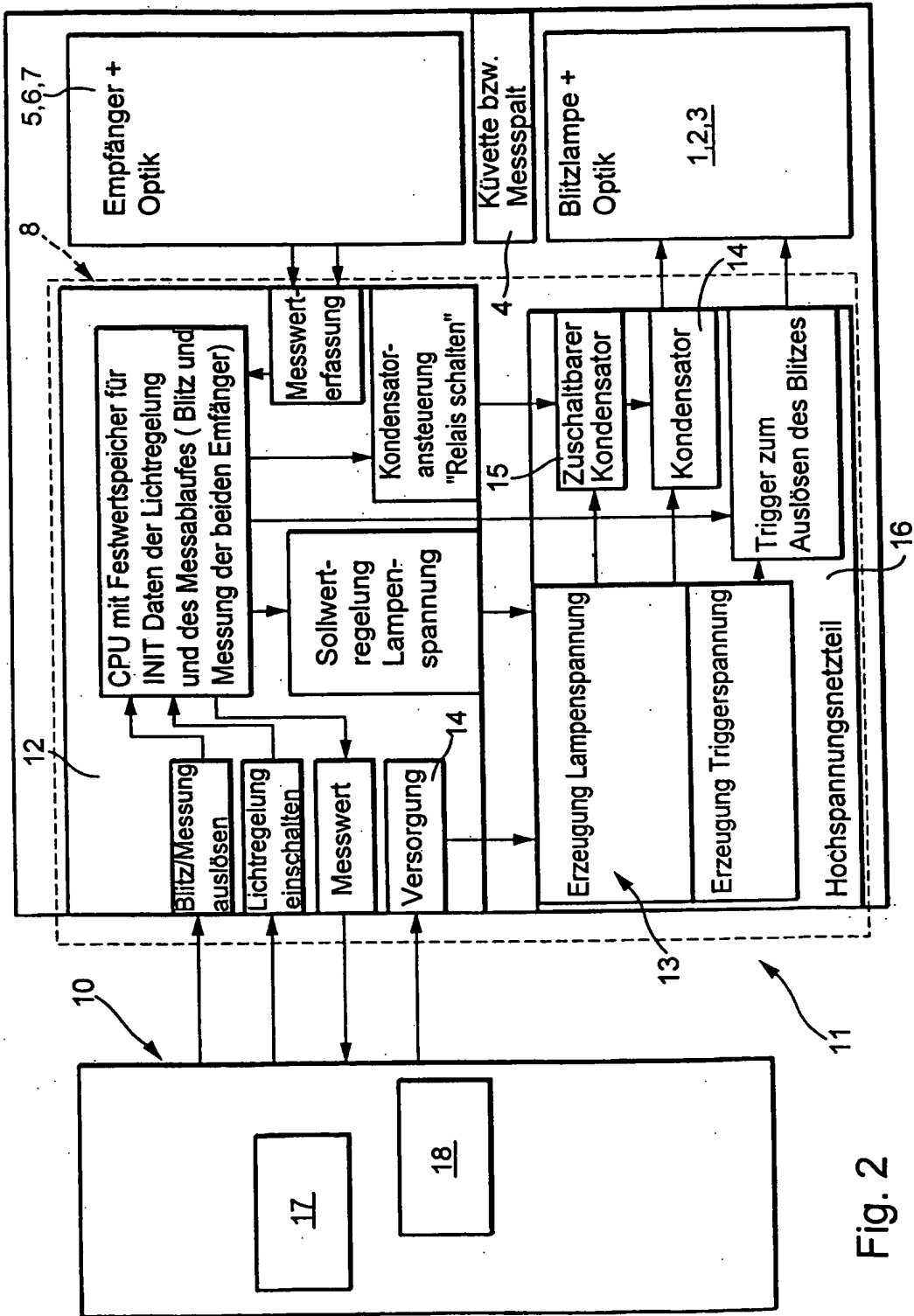


Fig. 2

3/6

Gegeben:  $I_V = \text{const}$ ;  $N \in \mathbb{N}$   
 $I_{\text{max}}, I_{\text{min}}$

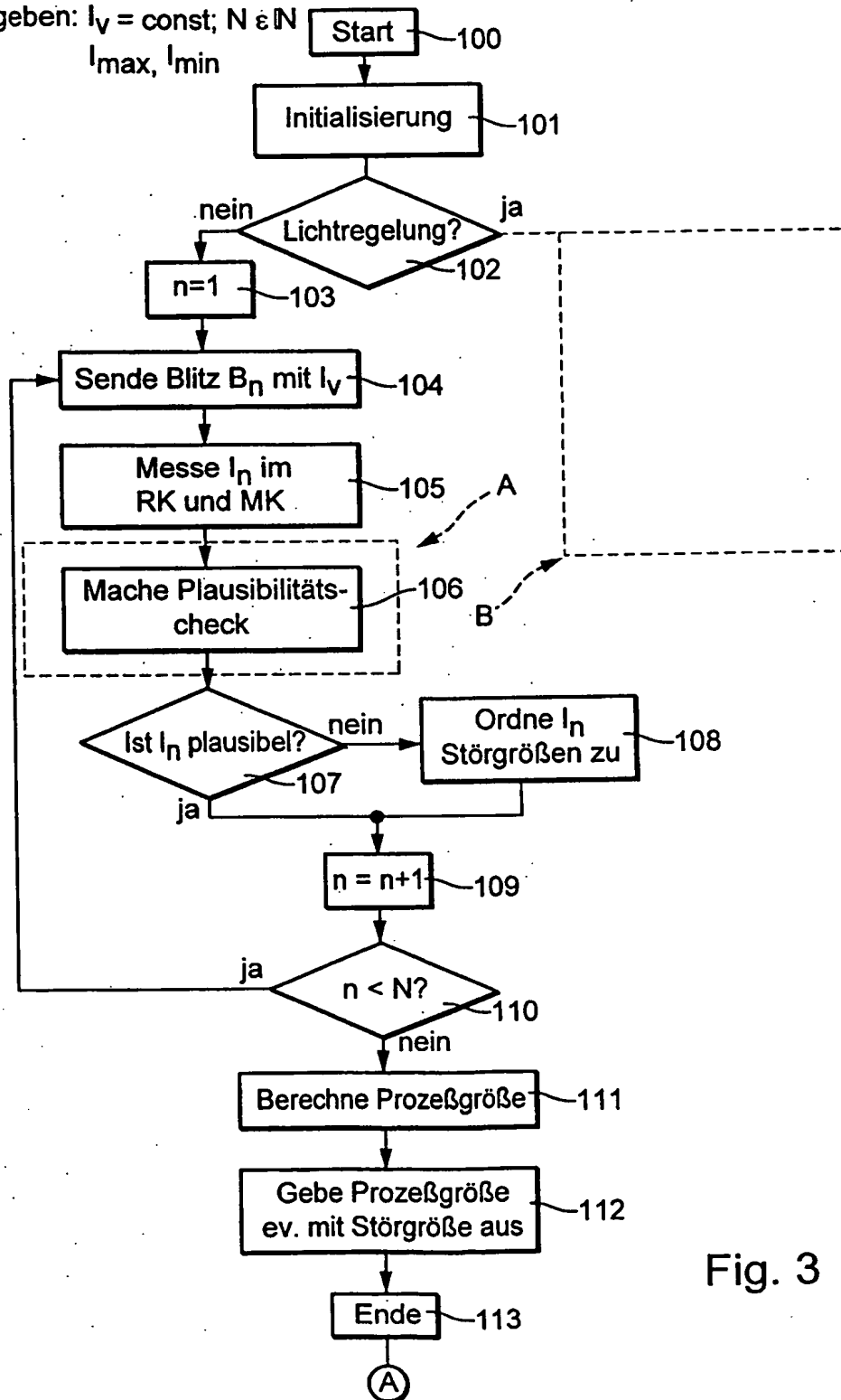


Fig. 3

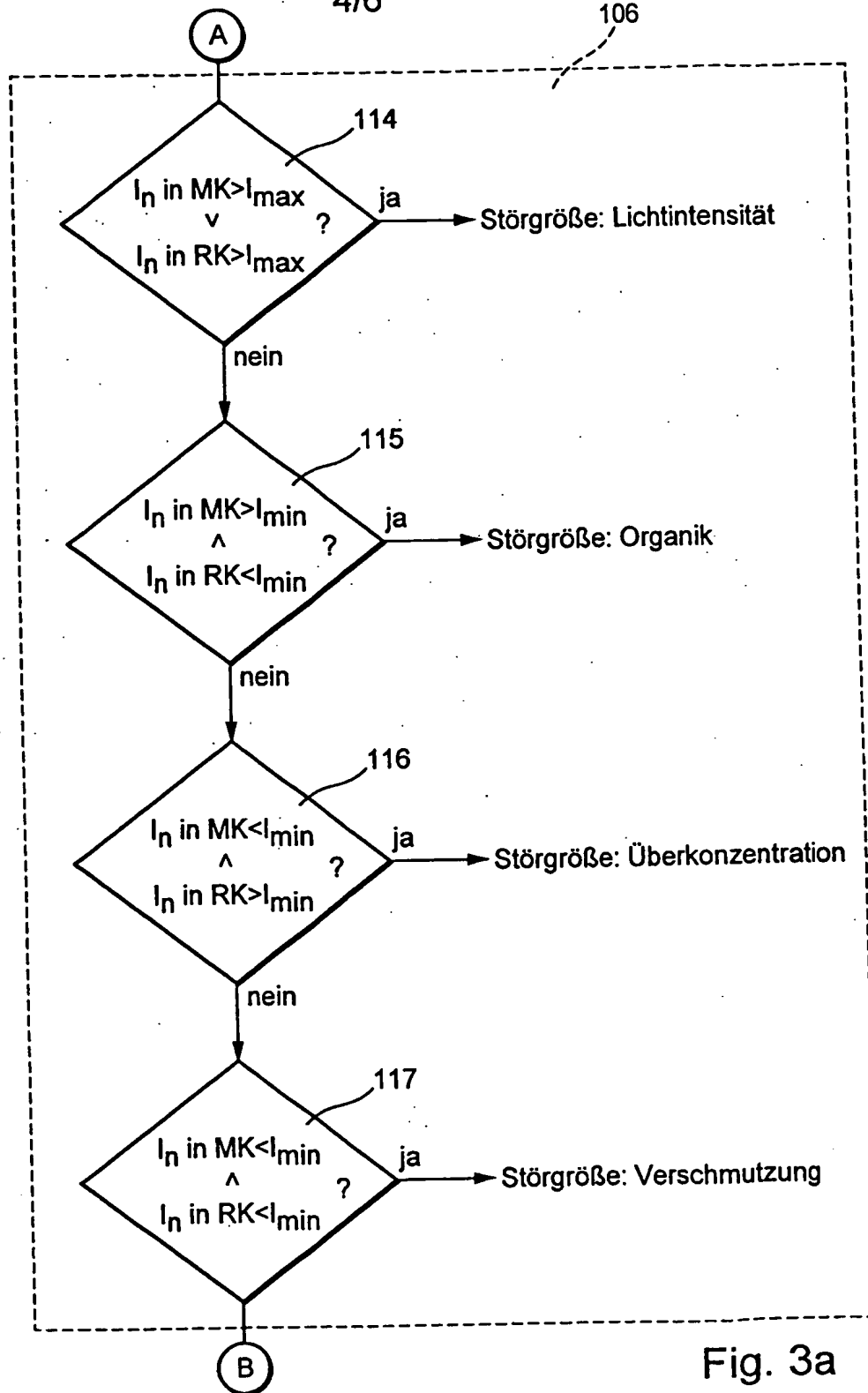


Fig. 3a

Gegeben:  $I_{\max 1}$ ,  
 $I_{\min 1}$ ,  $x$

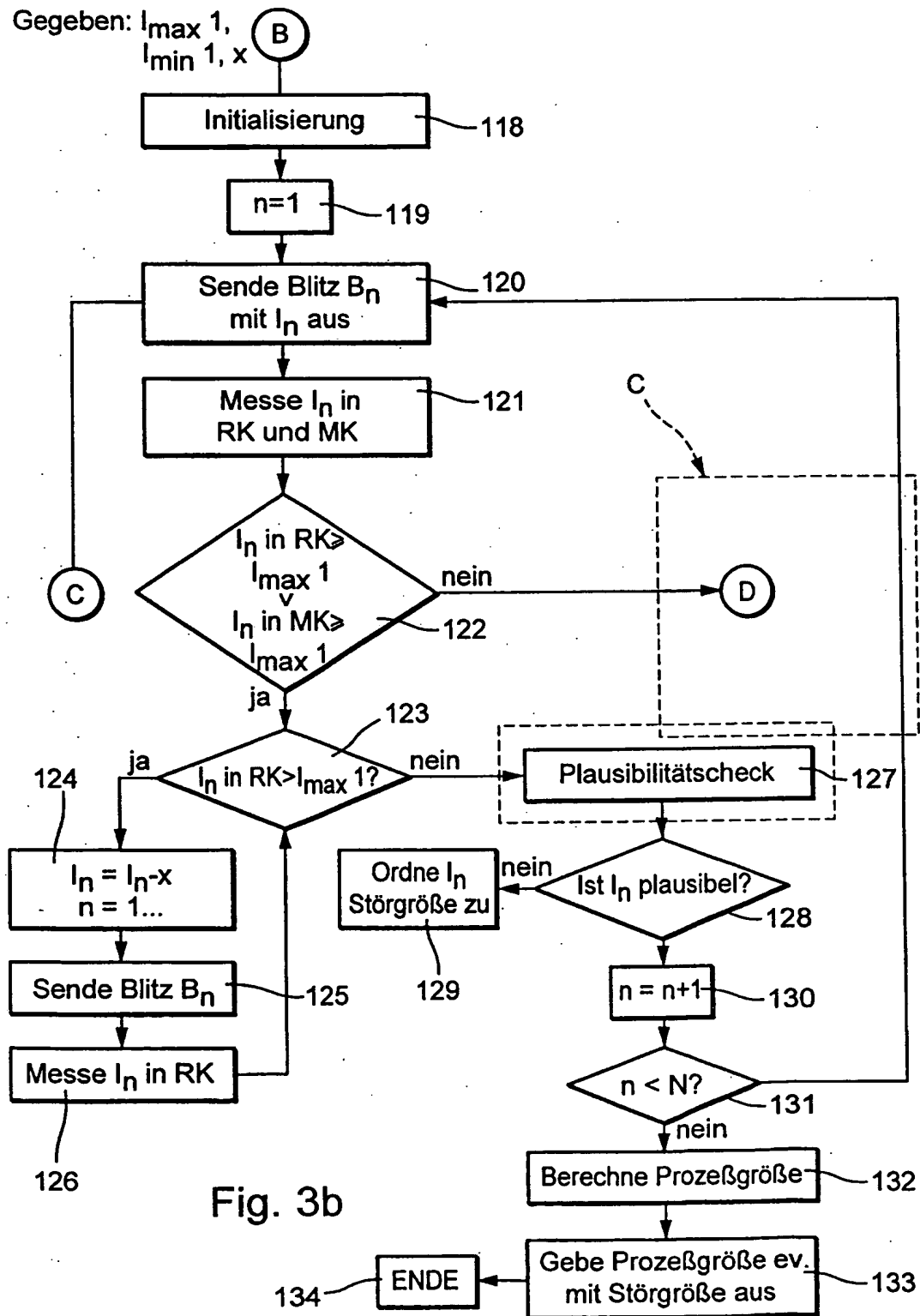


Fig. 3b

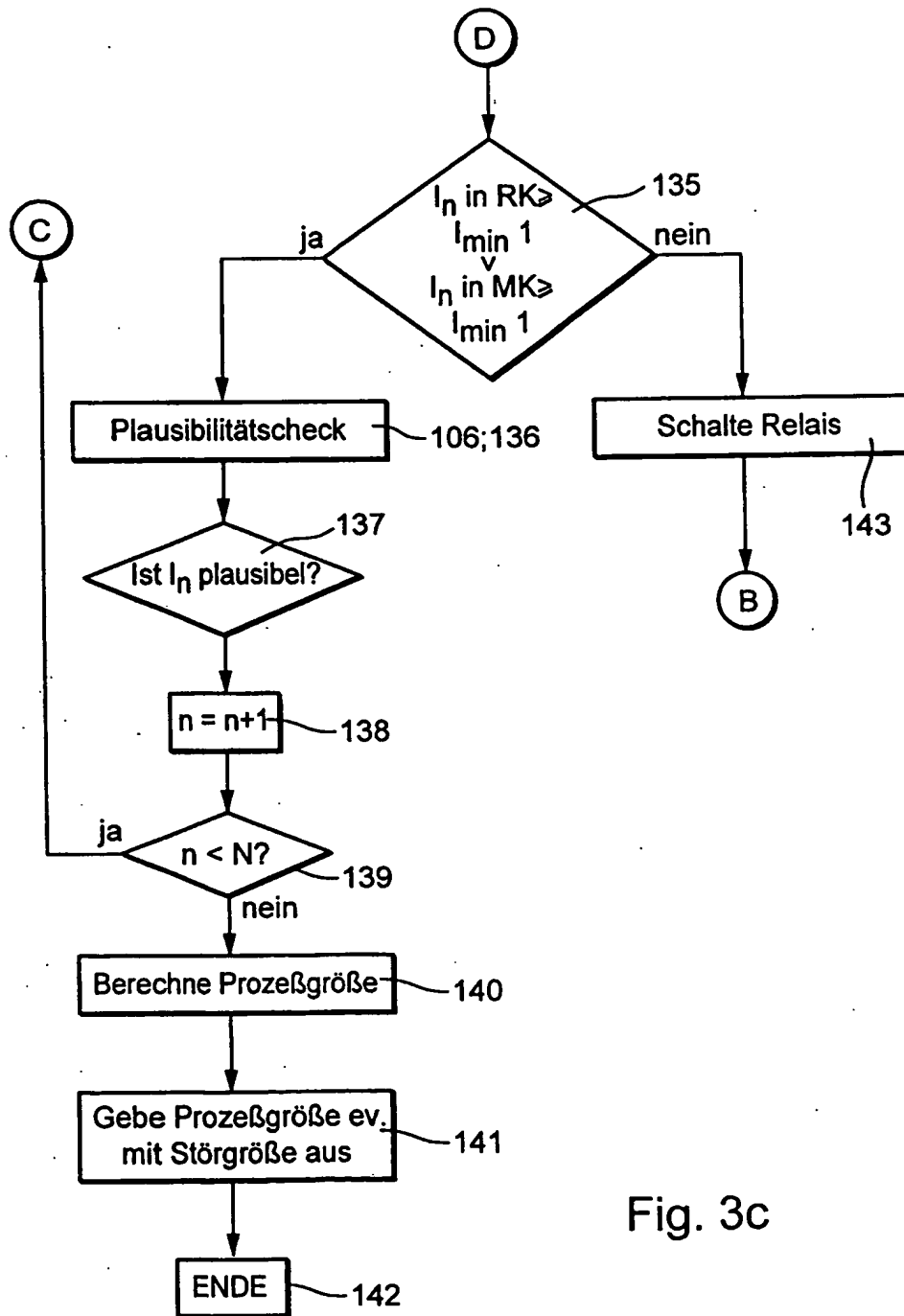


Fig. 3c